

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-237595

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int.Cl.⁵

H02P 6/02

識別記号

351

庁内整理番号

K 8938-5H

N 8938-5H

F1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平5-20952

(22)出願日

平成5年(1993)2月9日

(71)出願人 000232302

日本電産株式会社

京都市右京区西京極堤外町10番地

(72)発明者 湯 士明

京都府京都市右京区西京極堤外町10 日本

電産株式会社中央研究所内

(72)発明者 金田 勲

京都府京都市右京区西京極堤外町10 日本

電産株式会社中央研究所内

(72)発明者 山本 尚

京都府京都市右京区西京極堤外町10 日本

電産株式会社中央研究所内

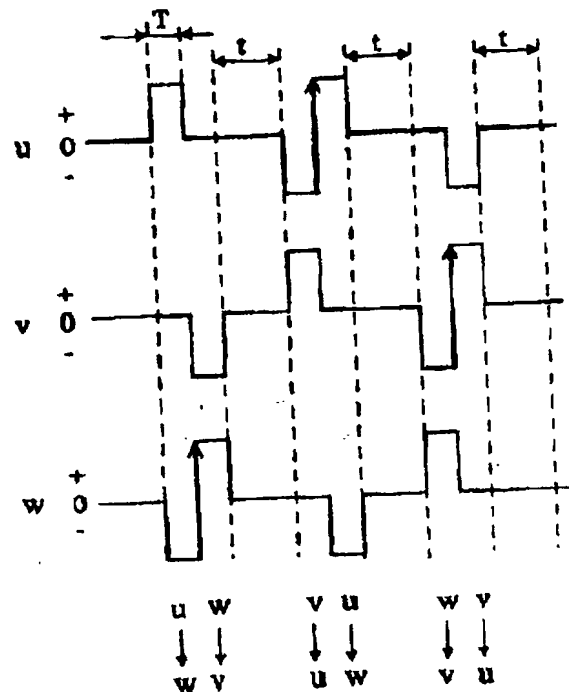
(74)代理人 弁理士 八木 秀人 (外3名)

(54)【発明の名称】センサレス多相直流モータの回転制御方法

(57)【要約】

【目的】 起動中のトルクアップが図れ、始動死点も解消されるセンサレス多相直流モータの回転制御方法の提供。

【構成】 回転制御方法では、 $u \rightarrow w$; $w \rightarrow v$; $v \rightarrow u$ のステップが繰り返される励磁電流が期間Tだけ供給され、コイルu, v, wにおいては、停止期間を含まないで励磁電流が負から正に逆転する逆励磁駆動動作が、順次行われる。また、内部ステップが2回繰り返された後に、モータの全ての相への励磁電流の供給を停止する停止期間tが設けられ、その停止期間tは、上記逆励磁駆動動作の間にそれぞれ設定される。



(2)

特開平6-237595

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 励磁状態で電流磁界を発生するステータコイルを備えたステータと、このステータコイルの電流磁界との電磁相互作用により回転力を得るロータマグネットを備えたロータと、このロータを所定の方向に回転させる励磁電流を前記ステータコイルに供給する制御装置とを有するセンサレス多相直流モータの回転制御方法において、

モータを起動するための歩進工程は、実質上休止期間を含まないで通電方向が逆転する逆励磁駆動動作を含み、複数の相で前記逆励磁駆動動作が順次行われるとともに、前記逆励磁駆動動作の間に励磁電流の供給を前記複数の相の全てにおいて停止する停止期間を設けることを特徴とするセンサレス多相直流モータの回転制御方法。

【請求項2】 前記歩進工程後の回転中においても前記逆励磁駆動動作が遂行され、前記複数の相でこの逆励磁駆動動作が順次遂行され、かつ、前記逆励磁駆動動作の間に前記停止期間が設けられることを特徴とする請求項1記載のセンサレス多相直流モータの回転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、センサレス多相直流モータの回転制御方法に関し、特に、その回転時のトルクを増加させるとともに、始動死点を回避する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置の回転駆動用のモータとして、従来から、ブラシレス多相直流モータが用いられている。この種のモータはスピンドルモータとも呼ばれ、例えば、励磁状態において磁界を発生するステータコイルを備えたステータと、このステータコイルの磁界との電磁相互作用により回転力を得るロータマグネットを備えたロータと、ロータマグネットの回転位置を検出するセンサとを有する構造のものがよく知られており、このような構造のスピンドルモータでは、多くの場合、半導体チップ化された電子回路により回転制御が行われている。

【0003】 この場合のステータ側の磁界発生タイミングは、センサによりロータマグネットの回転位置を検知して制御され、この種のセンサには、従来からホール素子が用いられていた。ところが、近時、モータの小型化やセンサの特性劣化を回避するために、センサを使用しないで、休止中のコイルに発生する誘起電圧（または誘起電流）を利用してロータマグネットの位置を検知するいわゆるセンサレス多相直流モータが一般化されつつある。

【0004】 センサレスモータの起動に際し、モータ停止時は、逆起電圧が得られないため、まず、ロータを揺動させることがおこなわれる。例えば、3相コイルのスピンドルモータでは、ステータコイルに励磁電流を順次

供給する歩進工程が繰り返され、この歩進工程中には、通常、正方向、休止、逆方向の励磁電流を各相に流すステップが含まれていて、このようなステップが含まれた所定パターンの励磁電流を流すことによって発生する磁界と、ロータマグネットとの間の吸引、反発力により駆動トルクが発生してモータの起動が行われる。

【0005】 一方、モータが起動すると、逆起電圧を検出して、この検出値に基づいて、モータの回転制御が行われている。しかしながら、このようなセンサレス多相直流モータの回転制御方法には、以下に説明する技術的課題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 すなわち、上記センサレス多相直流モータにおいては、コイルに鎖交する磁束による誘起電圧によりロータマグネットの位置を検知しているが、モータの停止時には誘起電圧がなく、また、マグネットの極性が不明なので、始動時には、強制的に起動をかけている。ところが、ロータの位置によっては、低トルクのために起動不良が発生したり、あるいは、通電による磁界が逆方向に発生して、起動立上がりにおいて機械角60°以上逆回転することもある。

【0007】 そこで、このような不都合を回避し、起動信頼性を高めるために、本出願人は、歩進の一部をダブル駆動方式とする起動時の制御方法を開発した。この制御方法では、センサレスモータの起動時に、休止時間を含まずに通電方向が正から負、または、負から正に逆転する逆励磁駆動動作を含む方法であって、この制御方法によれば、大きな磁束密度変化幅が生じて、高トルクが発生し、起動信頼性が向上する。

【0008】 ところが、このようなダブル駆動方式においても、例えば、ロータとステータとの位置関係が、通電に対してたまたま発生トルクが小さい位置、すなわち、始動死点にある場合に、特に、起動電流が少ないと、ロータがあまり動かない状態で歩進シーケンスが繰り返されという問題があった。また、モータが起動して回転した後の制御においても、一般的には、複数の相のステータコイルに順次励磁電流を供給する方法なので、ステータコアが片極性に近い状態での利用となり、回転中のトルクについても不満があった。

【0009】 本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、起動において十分なトルクアップが図れ、かつ、始動死点も解消されるセンサレス多相直流モータの回転制御方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、励磁状態で電流磁界を発生するステータコイルを備えたステータと、このステータコイルの電流磁界との電磁相互作用により回転力を得るロータマグネットを備えたロータと、このロータを所定の方向に回転

(3)

3

させる励磁電流を前記ステータコイルに供給する制御装置とを有するセンサレス多相直流モータの回転制御方法において、モータを起動するための歩進工程は、実質上休止期間を含まないで通電方向が逆転する逆励磁駆動動作を含み、複数の相で前記逆励磁駆動動作が順次行われるとともに、前記逆励磁駆動動作の間に励磁電流の供給を前記複数の相の全てにおいて停止する停止期間を設けることを特徴とする。

【0011】前記制御方法では、前記歩進工程後の回転中においても前記逆励磁駆動動作が遂行され、前記複数の相でこの逆励磁駆動動作が順次遂行され、かつ、前記逆励磁駆動動作の間に前記停止期間を設けることができる。

【0012】

【作用】上記構成のセンサレス多相直流モータの回転制御方法によれば、励磁電流は、休止期間を含まないで通電方向が逆転する逆励磁駆動動作を含み、複数の相で逆励磁駆動動作が順次行われるので、この逆励磁駆動動作により、起動時において、大きな磁束密度変化幅が生じて、高トルクが発生する。また、上記回転制御方法によれば、逆励磁駆動動作の間に励磁電流の供給を全ての相において停止する停止期間が設けられているので、モータは、起動時において、初期値へのリセット、言い換えると、死点解消動作を繰り返すことになり、仮に、最初のスタートで死点にあったとしても、次のスタートの時点（リセットされた後の次の逆励磁駆動動作）でロータとステータとの位置関係の非対称性による磁束密度変化幅の相違によって、死点を免れ、かかる動作が歩進工程中連続的に繰り返される。

【0013】

【実施例】以下本発明の好適な実施例について添付図面を参照して詳細に説明する。図1から図5は、本発明にかかるセンサレス多相直流モータの起動方法の一実施例を示している。同図に示す起動方法は、本発明を3相のセンサレス直流モータに適用したものであり、図1にはモータの制御装置を含む全体構成が示されており、直流モータは、励磁状態で磁界を発生する図外のステータと、このステータの磁界との電磁相互作用により回転力を得る図外のロータとを有している。

【0014】ステータには、3相のステータコイルu、v、wが施されていて、各ステータコイルu、v、wは、一端側が共通接続されている。制御装置10は、各ステータコイルu、v、wの一端側が接続されたパワー回路10aと、パワー回路10aに出力側が接続されたドライバー回路10bと、ドライバー回路10bに出力側が接続された制御部10cと、制御部10cの出力側に接続されたシーケンサ10d、および励磁カウンタ10e、歩進タイマ10fとを有している。

【0015】パワー回路10aは、制御部10cからの指令に基づいて作動するドライバー回路10bの出力信

特開平6-237595

4

号を受けて、各ステータコイルu、v、wに励磁カウンタ10eで設定されたパターンで励磁電流を供給する。制御部10cは、モータの起動および起動後の回転制御を行う。シーケンサ10dは、制御部10cからの制御信号を受けて予め設定されている歩進パターンの励磁電流を送出するものであり、図2に示すように、ステータコイルu、v、wに対して、①u→w、②u→v、③w→v、④w→u、⑤v→u、⑥v→wの6つの内部ステップが繰り返される励磁電流のパターンが設定されている。

【0016】励磁カウンタ10eは、制御部10cの信号を受けて、この信号に基づいて、シーケンサ10dの歩進パターンを変更するものであって、例えば、これが1にセットされた場合には、歩進パターンは①～⑥のステップが繰り返される励磁電流をドライバー回路10bに送出するとともに、励磁カウンタ10eが+2にセットされた場合には、図2に示した歩進パターンでは、後に示す実施例の通り、①、③、⑤の内部ステップが繰り返される励磁電流を送出する。

【0017】歩進タイマ10fは、励磁カウンタ10eで設定された励磁電流の通電時間Tと、停止期間tとをそれぞれ個別に制御部10cからの信号に基づいて設定するものである。図3には、制御部10cで実行される制御手順の一例が示され、また、図4には、モータの起動および定常回転時の各ステータコイルu、v、wにおける励磁電流のタイムチャートが示されている。

【0018】図3に示す制御手順では、制御部10cがスタート信号を受けて作動すると、まず、ステップs1で初期化され、続くステップs2により励磁カウンタ10eが+2にセットされ、ステップs3で歩進タイマ10fの通電期間T、停止期間tおよびその繰り返し回数nがセットされ、歩進工程が開始される。次のステップs4では、内部ステップが2回繰り返された否かが判断され、これが2回繰り返されたと判断されるとステップs5に移行する。

【0019】ステップs5では、ステップs3で設定された停止期間tが経過したか否かが判断され、期間tが経過すると、ステップs6でその停止期間の繰り返し回数nが判断され、回数nが終了した場合には、ステップs7でゼロクロスか否かが判断され、ゼロクロスで無い場合には、ステップs2に戻るとともに、ゼロクロスしたと判断された場合には、歩進工程が終了して、ステップs8の加速工程に移行し、その後、モータの定常運転が行われる。

【0020】以上のような手順でモータの回転制御を行うと、まず、ステップs2で励磁カウンタ10eが+2にセットされ、かつ、ステップs3で通電期間がTにセットするので、各ステータコイルu、v、wには、図4に示すように、①u→w、③w→v、⑤v→uの内部ステップが繰り返される励磁電流が期間T、例えば、2ms

50

(4)

特開平6-237595

5

だけ供給される。

【0021】このような励磁電流が供給されると、ステータコイルu, v, wにおいては、図4に太線矢印で示すように、停止期間を含まないで励磁電流が負から正に逆転する逆励磁駆動動作が、ステータコイルw, 同u, 同vの順に順次行われることになり、これにより、大きな磁束密度変化幅が生じて、起動時の歩進工程において高トルクが発生して、モータの起動確率が大幅に向上するとともに、起動時間の短縮も図れる。

【0022】また、この実施例では、ステップs3で停止期間tを設定し、かつ、ステップs4, 5で内部ステップが2回繰り返された後に、停止期間tが設けられるようにしているので、図4に示すように、内部ステップが2回繰り返される度に時間tの停止期間が実行され、その停止期間tは、上記逆励磁駆動動作の間にそれぞれ設定される。この停止期間では、図4から明らかなように、3相の全てにおいて励磁電流の供給が停止され、この停止期間にてモータは実質上リセットされた状態になる。

【0023】この場合の停止期間tは、例えば、通電期間Tが2msであれば、その2.5倍の5ms程度に設定され、500μs以上の期間が選択される。このようにして、逆励磁駆動動作の間に停止期間tを設けると、ステータコアの残留磁束密度は実質上ゼロとなり、従って、モータは、起動時において、高速でスタートトリセットとを繰り返すことになり、仮に、最初のスタートで死点にあったとしても、次のスタートの時点でロータとステータとの位置関係の非対称性により死点を免れる。

【0024】換言すると、片方向の通電のときに発生する磁束密度の変化幅と、逆励磁駆動動作のときに発生する磁束密度の変化幅とが異なることにより死点が免れ、かかる動作がリセット毎に繰り返される。従って、モータの起動特性の改善が図れる。なお、上記実施例においては、図3の制御手順において、ステップs6と同s7との間にモータの回転数を検出する工程を設け、この工程でモータが定格回転数に対して、例えば、80%程度

6

まで回転したと判断された場合においても制御方法を切り換えることなく、歩進工程と同様の動作、すなわち、3相で逆励磁駆動動作が停止期間を挟んで順次実行することもできるが、これに代えて、歩進工程終了後に、逆励磁駆動動作を含まない通常の励磁電流を供給するパターン、例えば、公知のユニポーラ制御にすることも可能である。

【0025】また、上記ステップs3で設定する通電期間Tおよびまたは停止期間tは、これらが繰り返される期間中において、必ずしも同じ時間に設定する必要はなく、例えば、これらの期間を漸次増加ないしは減少させることも可能である。

【0026】

【発明の効果】以上、実施例で詳細に説明したように、本発明にかかるセンサレス多相直流モータの回転制御方法によれば、モータの起動確率が非常に高くなるとともに、運転時のトルクも大きくなるとともに、始動死点を解消されるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる回転制御方法が適用されるセンサレス多相直流モータの制御系を含む全体構成図である。

【図2】本発明にかかる回転制御方法で採用される通電工程の励磁電流のパターンの一例を示す説明図である。

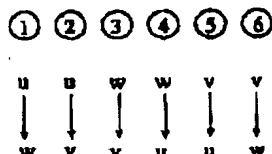
【図3】本発明の回転制御方法における制御手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】本発明の励磁電流の一例を示す波形図である。

【符号の説明】

10 制御装置
10a パワー回路
10b ドライバー回路
10c 制御部
10d シーケンサ
10e 励磁カウンタ
10f 歩進タイマ
u, v, w ステータコイル

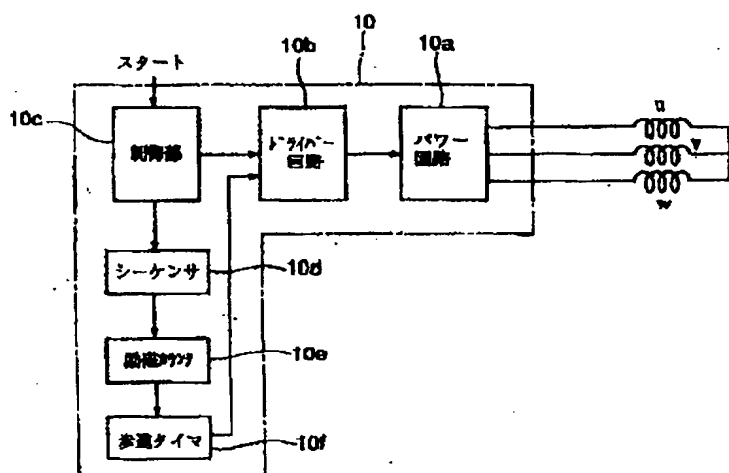
【図2】



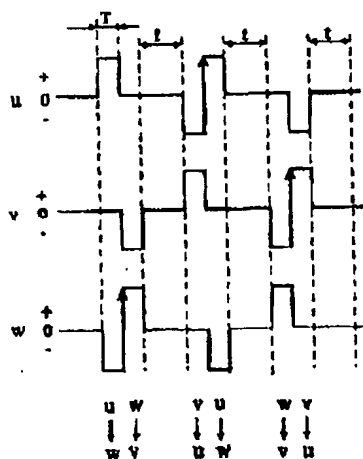
(5)

特開平6-237595

【図1】



【図4】



【図3】

